第二屆設施園藝研討會專集　226~240 (1989)

溫度、光照、氮肥、收穫後貯藏及烹調方式對設施蔬菜品質之影響*

張盛添　高德錚　梁純玲　王夏玲　張惠真**
台中區農業改良場

摘　　要

設施蔬菜是近年來超級市場消費群的新寵兒，而其品質特性卻也成為報章雜誌經常討論的焦點。因之，本試驗乃針對溫度、日照強度（遮陰）及氮肥等環境效應來探討設施蔬菜中蛋白質、葉綠素、粗纖維、澱粉、NO_3—N、NO_2—N、游離醣及游離氨基酸之變化。試驗以青梗白菜為材料，利用氣根式水耕箱，在人工控制之生長室中進行生長分析。進一步探討收穫後之貯藏方式（套塑膠袋與否）、貯藏溫度（10℃，30℃）及烹調方式（水煮、油炒）等對設施白菜品質之影響。茲將試驗成果分述如下：

1. 青梗白菜體內NO_3—N之分佈以葉柄最多（62.1%），其次為葉片（25.9%）及根部（12.0%），而NO_2—N之含量則大部分集中於根部（96.9%）。隨氮素濃度增加時，增量之NO_3—N蓄積於葉片及葉柄，但NO_2—N則顯著地蓄積於葉片，但總NO_2—N量反降低。
2. 增施氮肥有利於葉片中蛋白質、粗纖維及灰分含量增加，但澱粉、游離醣及游離氨基酸含量則下降。
3. 葉片內之粗纖維、葉綠素及維生素C含量因遮陰處理而降低，其他成分則無顯著變化。
4. 隨入射光照及氣溫的增加，葉片中之NO_3—N及NO_2—N之含量均大幅增加。
5. 在高溫及低光照下青梗白菜葉片中之NRase及NiRase活性低下，甚至高氮肥及低光照下亦會抑制諸酵素之活性。
6. 以套塑膠袋之貯藏方式10℃冷藏較能保持水耕白菜之新鮮外貌。
7. 採收後24小時內以30℃貯藏之水耕白菜其根系仍具活性，且再浸水時仍能回復其新鮮外貌。
8. 隨著水煮時間之增長，100℃之水煮處理會減少白菜中之蛋白質、澱粉及游離醣之含量，而游離氨基酸、葉綠素、NO_3—N及NO_2—N之含量則增加，且湯中之NO_3—N及NO_2—N含量亦逐漸增加，此顯示100℃之水煮處理會增加葉片中NO_3—N之水解。

＊本計畫承蒙中正基金會經費補助。
＊＊台中區農業改良場助理、副研究員、技工、約僱助理、助理。

9. 油炒處理亦會減少葉片中NO_3—N含量，而NO_2—N及葉綠素含量則反增加，而且隨油炒溫度之增加亦會降低葉片中葉綠素含量。

因之，高溫、低光照及高氮肥均導致設施蔬菜品質之劣變，而若設法減少烹調時間及溫度，並以套袋低溫貯藏將最能保持設施蔬菜之品質。

一、前　　言

從民國73年 7 月起，配合台灣省政府邱主席提倡之精緻農業政策，省農林廳在本省西部之蔬菜專業區中推行高架隧道式網溫室蔬菜栽培技術，生產蔬菜以 300公克之塑膠袋包裝，並冠以精緻蔬菜而直銷於大都市之超級市場，成為超市消費群之新寵兒。本省慣行之蔬菜生產方式，大都以露地栽培為主，由於露地栽培容易受到天候環境的影響，尤其在夏季由於颱風豪雨的侵襲及冬季寒流降霜的影響，在產量及品質上一直無法達至理想地步。近年來為改善蔬菜的生產技術，引進了簡易設施栽培技術，的確也提高了蔬菜的產量及品質。唯本省位處亞熱帶，夏季設施內高溫、低相對濕度，及為了降溫而採用黑色遮陰網覆蓋之低光照，與網溫室連棟後造成設施內通風不良，二氧化碳濃度下降之困擾，均易導致設施蔬菜品質之劣化。

根據作者等研究調查(2)，設施蔬菜的蛋白質、脂肪、維生素含量與市售露地栽培蔬菜無顯著差異，但澱粉含量較高，纖維及葉綠素含量則較低，值得注意的是NO_3-N 及NO_2-N 含量在市售露地栽培的蔬菜含量數高，此可能與農友在氮肥之施用習慣有關。

近年來食品、蔬菜及飲水中硝酸鹽含量的問題逐漸被重視。由於蔬菜或飲食中含有之硝酸鹽可因人類唾液中或其他微生物之硝酸鹽還原酵素將之還原為亞硝酸鹽，而亞硝酸鹽在酸性狀況下，易與二級或三級胺反應形成亞硝酸胺（13,22）而此物質可能致癌（16,23）；再者，近年來亦發現食物中之亞硝酸鹽含量與人類之變性白色蛋白血症（ methaemoglobinaemta ）有關(16)，換言之，人體血液含過多之亞硝酸鹽時會阻礙血紅素攜氧作用，進而導致病人發生缺氧病徵。亞硝酸鹽本身亦為一種誘變劑，能取代 DNA 鹽基上 NH_2 的位置，造成 DNA 鹽基組成的突變，而發生組織不正常的生長(14)。又據國外學者之估計（17,22），有90%之致癌性亞硝酸鹽基化合物是內生的，而生物中內生性亞硝酸鹽與硝酸鹽有72%來自蔬菜，而肉類食品約佔10%及其他食物約佔18%（10,17,23）。Tremp (19)發現瑞士人每日平均攝食了91.9mg之硝酸鹽，其來源大部分來自蔬菜佔69.9%，其次為飲水佔19.0%。水若以美國藥物食品檢驗總署（FDA）之建議一位60公斤的人，其每日所吃的食物中，硝酸鹽含量最好不要超過230mg。因之，若依衛生署建議國人每日應食用300公克蔬菜量而言，則蔬菜中硝酸鹽含量應為766ppm。據此可知設施蔬菜之品質，實有待吾人深入之探討。因之，本試驗乃藉由人工氣候室之控制環境下以作者等開發之氣根式栽培箱及水耕栽培技術來栽培青梗白菜，藉以探討氮肥、光照、高溫等因子對蔬菜品質之影響，並進一步探討如何烹煮及貯藏設施蔬菜，以提高及保持其品質。

二、溫度、光照及氮肥效應

作物生育過程有其最適宜之溫度及光照，唯在盛夏之際，設施內通風不良所造成之高溫，相對濕度低下，又加上黑色遮陰網之遮陰效應，使設施內之蔬菜必需在氣溫高達35—40℃，相對濕度在40—50%及最大入射照明度僅15000—2000Lux 下生長(3)；此有異於大氣之生長環境，是否

會造成蔬菜生育障礙，實有待深入探討。作者等為了解溫度、光照及氮肥之交感效應對蔬菜生育影響，乃以青梗白菜（*Brassica chinensis* L.）為材料，在人工氣候室中將日夜溫度處理分成35℃／30℃及25℃／20℃二種，入射光照處理光源為高壓鈉燈，光度處理計由6.9Klux 至55.8 Klux 間五種。又作物以移栽方式，先將青梗白菜培育至2—3本葉時，再移入本場開發之氣根式水耕栽培箱中，而水耕液處理有2S，3S二種，S者乃為本場開發之蔬菜通用配方（表 1），2S配方之總氮素量（NO_3-N＋NH_4-N）為182ppm，而3S配方之總氮素量為273ppm。各處理植株待生長至 8 葉齡時，即行收穫，並取第 6 葉齡之完全展開葉片進行化學組成分之分析。圖 1 為青梗白菜在20Klux光照，25℃，及2S或3S配方時植物體內NO_3-N及NO_2-N之分佈。在2S配方下以NO_3-N 而言，葉柄佔62.1%，其葉片佔25.9%，根部最少為12.0%；NO_2-N 之分佈則不同，以根部之96.9%佔最多，其次為葉片之2.5%及葉柄之0.6%。當養液配方由2S提高至3S時，植株中會蓄積更多之NO_3-N。在2S配方下，全株之NO_3-N 含量為1251ppm，而3S配方下則NO_3-N 含量昇至2109 ppm，但NO_2-N 之含量則相反，2S下全株含量為29ppm，至3S時則降至5ppm。就NO_3-N 及NO_2-N 在植物體內之分佈比率而言，當養液配方由2S升至3S時，葉片中之NO_3-N由25.9%昇至30.3%，而NO_2-N 之含量則由2.5%昇至28.5%。換言之，增施氮肥會導致較多NO_3-N 在植株之地上部累積，而NO_2-N則雖在分佈比率上葉片有增多之趨勢，唯全株之總含量則反而減少，此點是否與葉片中硝酸還原酵素（Nitrate reductase, NRase）及亞硝酸還原酵素（Nitrite reductase, Ni Rase）的活性因應溫度、光照及氮肥之交感效應有關，則尚待進一步之證實。

此外，增施氮肥可否改變青梗白菜葉片中其他化學物質成分？此點由表 2 之數據可知，當養液配方由2S昇至3S時，葉片中之蛋白質、葉綠素、粗纖維及灰分等含量亦隨之顯著地提高，而

表 1、台中區農業改良場水耕通用配方（S）之成分量

Table 1. The hydroponic nutrient composition for common culture prepared by Taichung DAIS.

要素別	成分量 (mg / l)		
	S	2S	3S
$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	236	472	708
KNO_3	404	808	1,212
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	123	246	369
$NH_4H_2PO_4$	57	114	171
Fe-EDTA	20	20	20
H_3BO_3	1.2	1.2	1.2
$MnCl_2 \cdot 4H_2O$	0.72	0.72	0.72
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	0.04	0.04	0.04
$ZnSO_4 \cdot H_3O$	0.09	0.09	0.09
$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	0.01	0.01	0.01

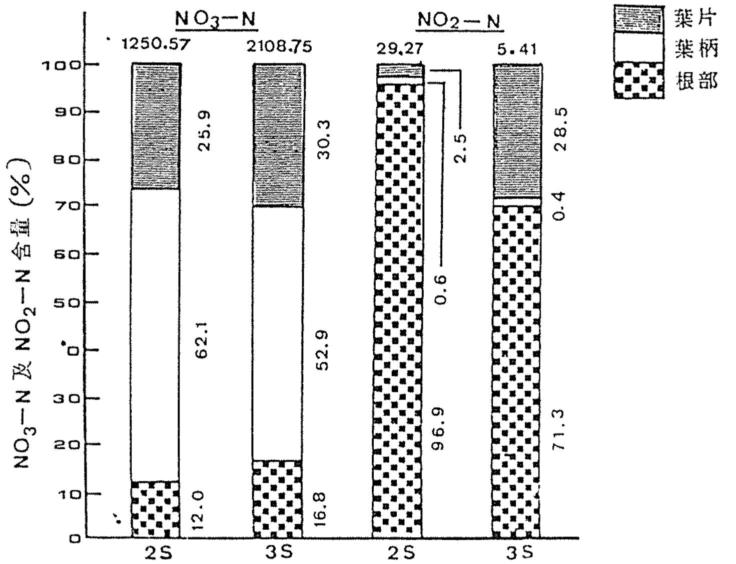

圖 1　化學氮素對青梗白菜 NO_2-N 及 NO_2-N含量之影響（ppm，%）

Fig. 1. Effect of chemical nitrogen on the NO_3-N and NO_2-N content of Pai-Tsai.

表 2　氮素濃度對青梗白菜化學成分之影響（%）

Table 2. Effects of different nitrogen rates on the chemical component of Pai-Tsai.

化學成分	氮肥用量	
	2S	3S
蛋白質	25.70b*	28.33a
游離氨基酸	0.82a	0.72b
澱粉	2.48a	2.18a
游離醣	7.73a	5.83b
葉綠素	0.035b	0.049a
粗纖維	12.0.3a	12.88a
灰分	12.97b	22.48a
水分	93.55a	93.23a

＊角碼英文字母表DMRT5%顯著值

游離氨基酸、澱粉、游離醣等成分則顯著地下降。此意味著，增施氮肥除增加植株葉片葉綠素外，因纖維質較多，甜度少及口感較差。

盛夏之際，設施內通風不良導致高室溫的困擾是十分嚴重的問題，若為了降低設施內溫度而做的遮陰處理，則不但未能真正達到降溫的目的，反而降低設施內入射日照量至20—30Klux（2,6）。在此種環境下所生產之蔬菜品質如何？圖 2 明確顯示隨著入射照明度之增加，青梗白菜葉片中

NO_3-N 含量亦隨之增加，且在35℃高溫時，其增加的幅度又較25℃為大。就NO_2-N含量而言（圖 3 ），隨入射照明度的增加，其NO_2-N 含量亦增加，其中於35℃高溫時，增加幅度更大，值得我們注意。

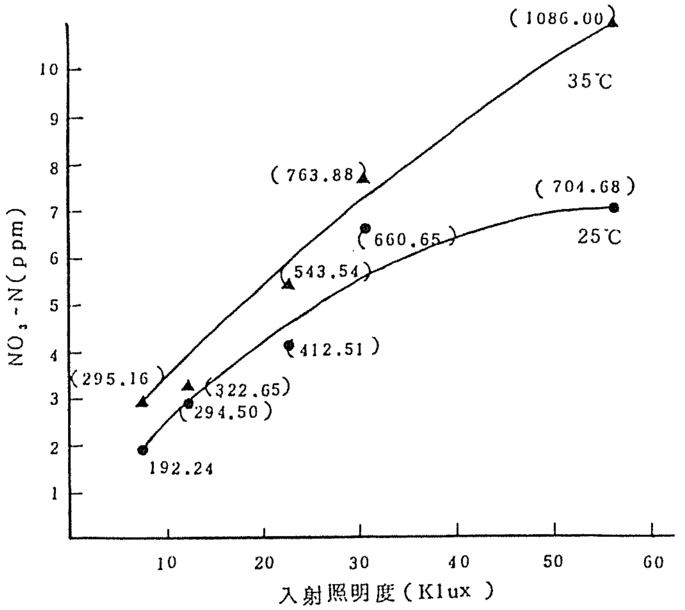

圖 2 入射照明度及氣溫對青梗白菜葉片中 NO_3-N 含量之影響

Fig. 2. Effect of light intensity and temperature on the NO_3-N content of Pai-Tsai.

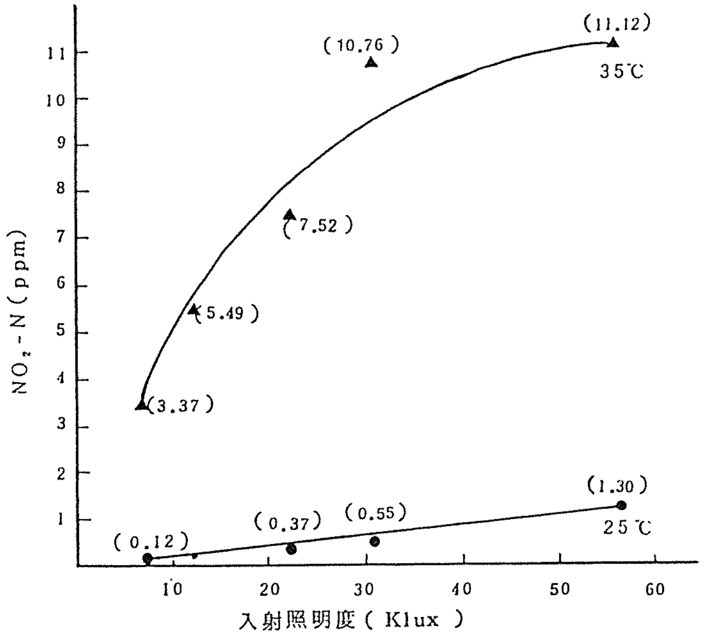

圖 3 入射照明度及氣溫對青梗白菜葉片中NO_2-N含量之影響

Fig. 3. Effect of light intensity and temperature on the NO_2-N content of Pai-Tsai.

遮陰處理以後，蔬菜因日照量的不同，而有不同的表現，表 3 顯示澱粉之含量，以遮陰30%者含量最高，當遮陰達50%，澱粉含量減少，而粗纖維、葉綠素、維生素 C 之含量，則因遮陰率的增加而含量降低，其他成分則無顯著的變化。

表 3 遮陰處理對青梗白菜葉片中化學成分之影響（%）

Table 3. Effects of shading treatment on the chemical component of Pai-Tsai.

營養成分	對照	遮陰	
	%	30%	50%
蛋白質	1.42ab*	1.74a	1.36b
脂肪	0.15a	0.13a	0.15a
澱粉	7.80b	9.41a	5.43c
粗纖維	0.42a	0.34b	0.17c
葉綠素	0.44a	0.29b	0.15c
維生素A	0.31ab	0.29b	0.37a
維生素C	0.041a	0.029b	0.026b

＊角碼英文字母表DMRT5%顯著值

三、NRase 及 NiRase 之效應

植物生長所需之氮素源大致分成NO_3-N 及 NH_4-N兩種，經由根部吸收之 NH_4-N 在Glutamate dehydrogenase（GDH）或 Glutamine synthetase（GS）及 Glutamate synthase（GOGAT）等酵素之作用直接將NH_4-N併入有機氮的代謝循環，而NO_3-N則另需 NRase 和 NiRase 之代謝路徑及一些尚未知曉之中間反應步驟始能還原有機氮的代謝循環（7,14,18）。NH_4 一旦由根部吸收，作物即刻將之代謝成有機氮，而NO_3-N 則大部分需經長程運輸至地上葉部還原。因之，就代謝速率而言，NH_4-N 大於 NO_3-N。唯因根部之NH_4-N 轉化酵素（酶），其對受質（substrate）的收受度及親和力不高，當受質量過多時，會導致 NH_4-N 之累積及造成植物的氨中毒現象，故以 NH_4-N 態施肥或採水耕栽培時，不宜施用過多之 NH_4-N 態肥，而以 NH_4：NO_3=1：8—12較為當。而植株體內過的NO_3-N，雖不至於引起植物中毒，的確亦可降低商品價植。因主導 NO_3-N 代謝作用之 NRase 及 NiRase 的活性受到溫度、作物品種、栽培季節及氮肥施用量等影響(8,9,12,20,21)。故本試驗以不同溫度(25℃及35℃)、光照（為6Klux 及12Klux），氮肥（182ppm 及273ppm）處理，在生長箱中栽培青梗白菜，待白菜育苗至2—3葉齡後移人氣根式設施行水耕栽培，至5—6葉全開時取樣，以 in vivo 法測定 NRase 及 NiRase 之酵素活性(15)。由表 4，光照、溫度及氮肥效應對酵素蛋白含量之變化得知，在高光照（12Klux）下隨氮素濃度的增加，酵素蛋白含量亦增加。於低光照（16Klux）下，則隨氮素濃度之增加，酵素蛋白含量反而降低：酵素蛋白含量於高溫（35℃）時較室溫（25℃），為多。

表 4 光照、溫度及氮肥對酵素蛋白含量之影響（％）

Table 4. Effects of light, temperature and nitrogen on the content of soluble protein.

光照處理	12Klux				6Klux			
溫度處理	25℃		35℃		25℃		35℃	
氮肥處理	2S	3S	2S	3S	2S	3S	2S	3S
酵素蛋白量	0.148	0.245	0.246	0.350	0.223	0.186	0.316	0.207

由表 5，光照、溫度及氮肥對 NRase 活性之影響之結果可知，在6Klux 低光照及35℃高溫時，NRase 之活性較25℃下隨受質氮素濃度及光照之增加，NRase 的活性亦隨之提高；但是當光照度由 12Klux 降至 6Klux 時，酵素活性隨之下降，甚至在35℃及3S氮素濃度下與 12Klux 相比，6Klux 之光照處理會抑制 NRase 之活性。此亦證明上述（圖 1）35℃高溫下青梗白菜葉片中NO_3-N之含量會隨根部吸收量之增加而導致蓄積之事實。如此也意味著在高溫、低光照及施用重肥態勢下，設施蔬菜因 NO_3-N之蓄積過多而葉片表現濃綠現象。

表 5 光照、溫度及氮肥對NRase活性之影響（NO_2-N μmoles.gm^{-1}.hr^{-1}）

Table 5. Effects of light, temperature and nitrogen on the activity of NRase.

光照處理	12KLux				6KLux			
溫度處理	25℃		35℃		25℃		35℃	
氮肥處理	2S	3S	2S	3S	2S	3S	2S	3S
酵素活性	0.97	1.88	0.25	0.79	1.01	1.25	0.76	0.47

至於 NiRase 因光照、溫度及氮肥等因素影響，其變化趨勢如表 6，在12Klux 及 25℃組合及 6Klux 和35℃之組合有促進 NiRase 活性之效果，而 12Klux 和35℃及 6Klux和25℃之組合 NiRase 之活性最差。

據此可知，在適溫下青梗白菜葉片中 NO_2-N 之含量不高。及為何在35℃高溫下全株 NO_2-N 之含量反而不如25℃之處理。原因在高溫及日照較高之環境下會抑制青梗白菜葉片中 NiRase 之活性。

表 6 光照、溫度及氮肥對NiRase活性之影響（NO_2-N μmoles.gm^{-1}.hr^{-1}）

Table 6. Effect of light, temperature and nitrogen on the activity of NiRase.

光照處理	12Klux				6Klux			
溫度處理	25℃		35℃		25℃		35℃	
氮肥處理	2S	3S	2S	3S	2S	3S	2S	3S
酵素活性	0.460	0.454	0.074	0.160	0.254	0.180	0.408	0.308

四、收穫後貯藏方式之影響

由田間或設施內採收後之蔬菜，由於具有田間熱，若逕行包裝則在堆積及運輸過程中易因田間熱之蓄積而導致熱耗損。再者，消費者由市場或超市中買回之蔬菜，若不馬上食用，大致均以塑膠袋包裝再冷藏於冰箱中。由此推算從蔬菜採收至消費者食用之時程至少在36—48小時，在此段時間內是否會因溫度過高而導致品質劣變？由圖 4 之試驗結果，可知設施土耕及水耕蔬菜，在採收運輸及貯藏後分別以塑膠袋及未套塑膠袋方式包裝，並將之分別置於30℃恆溫箱及10℃之冷藏室中進行 3 天之貯藏試驗，則設施蔬菜在套袋處理後，不論是經10℃冷藏或30℃恆溫下貯藏，3 天後其鮮重均能保持在90％左右；在未套袋情形下10℃冷藏處理經 3 天後土耕蔬菜仍然有80％左右的鮮重，而水耕蔬菜則減少了50％的鮮重，已經失去商品價值。但於30℃室溫貯藏情況下，土耕蔬菜於收穫後17小時即失重50％，而水耕蔬菜則於31小時左右才會失重達50％，這意味著水耕蔬菜於室溫未套袋情況下較耐貯藏。坊間小包裝之水耕蔬菜經常連根一起出售而號稱活蔬菜，為了證實這點，作者等將收穫後之水耕蔬菜置於30℃之恆溫下經過12、24、36、48小時後再分別將根部回浸於水中。由圖 5 諸處理之鮮重變化可知，水耕蔬菜於收穫24小時之內，再將其根部浸水，仍能達到100％的鮮重，也就是說於收穫後24小時內，水耕蔬菜之根部仍具正常活性。因之，若要保持設施蔬菜的新鮮外貌，則以套袋及冷藏處理效果較佳。

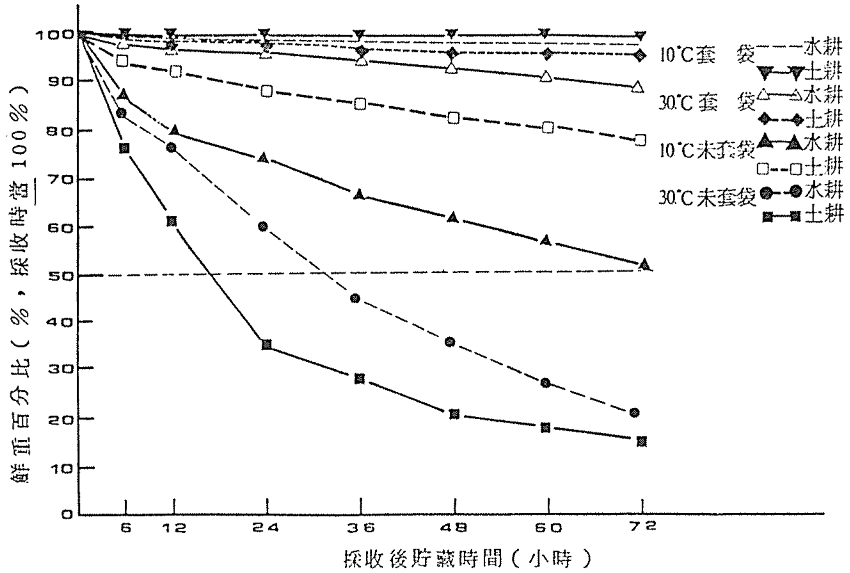

圖 4 貯藏溫度及方式對設施白菜鮮重之影響

Fig. 4. Effect of storage temperature and condition on the fresh weight of facilitated culture's Pai-Tsai.

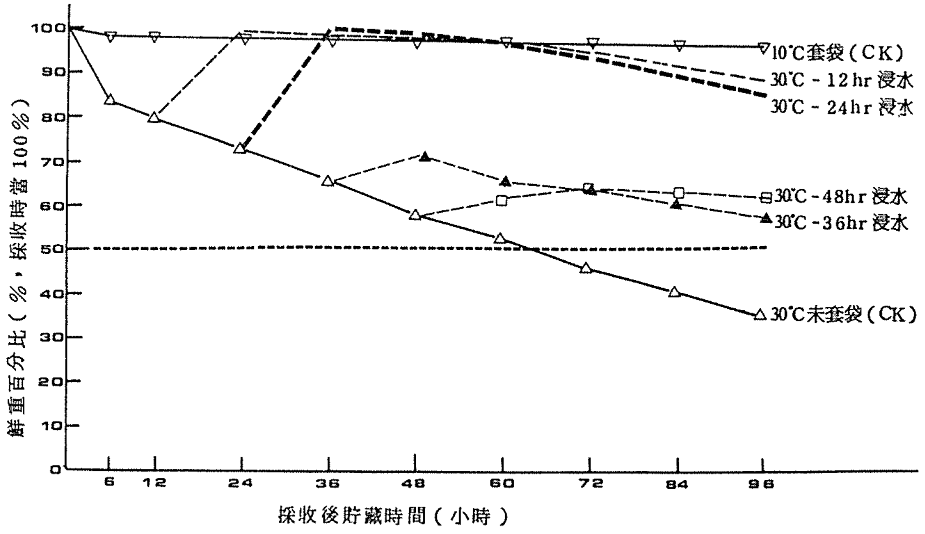

圖 5 貯藏後再浸水對水耕白菜重量之影響

Fig. 5. Effect of soaked in water after harvest on the weight of hydroponic culture's Pai-Tsai.

五、烹調方式之影響

國人的飲食習慣，蔬菜大部要經過各式的烹調後才食用，其中以油炒及水煮方式為多，但是在烹調過程中，會造成營養素含量的變化，而一般膳食營養成份，卻都以生鮮的含量來計算，因此二者之間的差值有待確證。另外現代人所關心的硝酸鹽問題，因為亞硝酸鹽與胺類反應生成致癌物—亞硝酸胺，影響健康而引人注意。而飲食中的硝酸鹽最主要來源為蔬菜(22)，因此本試驗以白菜為材料，以水煮及油炒處理來分析其蛋白質、游離氨基酸、澱粉、游離醣、葉綠素、NO_3-N、NO_2-N 等含量之變化。

水煮處理，以100℃分別水煮1,2,及 3 分鐘後取出葉片分析其化學變化。由表 7 結果得知經水煮後葉片的蛋白質、澱粉及游離醣的含量，可能因部分解離至湯中而降低，因此與新鮮葉片的

表 7、水煮時間對白菜新鮮葉片化學成分之影響

Table 7. Effect of boiling time on the chemical component of Pai-Tsai fresh leaf

	蛋白質	游離氨基酸	澱粉	游離醣
	(gm / 100 gm)	(gm / 100 gm)	(gm / 100 gm)	(gm / 100 gm)
0 (CK)	1.275a*	0.093a	0.045a	0.395a
1	0.987b	0.152a	0.040b	0.136b
2	0.975b	0.148a	0.035c	0.195b
3	0.975b	0.144b	0.039bc	0.115b

* 角碼英文字母代表 DMRT 5%顯著值。

含量有顯著差異；其中蛋白質、游離醣之含量與水煮時間長短無顯著差異，而澱粉含量則因水煮時間的不同而有顯著差異。游離氨基酸的含量經水煮後，可能因蛋白質的水解而增加，但水煮時間的長短對其含量並無顯著差異。就葉綠素而言，由表 8 得知，新鮮葉片與水煮後的含量有明顯差異，由於水煮後，植物體細胞內水分外流，導致葉綠素相對含量的增加；但是水煮時間的不同對於含量並無顯著差異。由表 9 水煮時間對於 NO_3-N、NO_2-N 含量之影響得知，葉片中 NO_3-N 因水煮後部分流人湯中，因此葉片含量隨水煮時間增加而降低，湯中含量反而增加，但水煮2—3分鐘則無顯著差異。而葉片與湯汁中的 NO_3-N 總量，經水煮 1 分及 3 分鐘其含量較鮮葉片有顯著提高現象，水煮 2 分鐘與新鮮葉片間則無顯著差異。而就 NO_2-N含量而言，水煮後葉片含量顯著增加，而湯汁中含量對於水煮時間的長短並無顯著差異，葉片與湯汁之 NO_2-N 總量，水煮後有明顯的提高。

表 8、水煮時間白菜新鮮葉片綠素含量之影響

Table 8. Effect of boiling time on the chlorophyll content of Pai-Tsai fresh leaf

水煮時間(分)	葉綠素含量(mg／100g)		
	a	b	總量
0 (CK)	29.70b*	10.40b	40.10b
1	42.26a	10.93b	53.18a
2	44.58a	12.76a	57.57a
3	46.85a	13.72a	60.58a

* 角碼英文字母代表 DMRT 5%顯著值

表 9、水煮時間對白菜新鮮葉片中 NO_3-N、NO_2-N 含量之影響

Table 9. Effect of boiling time on the NO_3-N, NO_2-N content of Pai-Tsai fresh leaf.

水煮時間(分)	NO_3—N			NO_2—N		
	葉片 (mg/100g)	湯 (mg/ml of soup)	總量 (mg)	葉片 (mg/100g)	湯 (mg/ml of soup)	總量 (mg)
0 (CK)	60.48a*	–	60.48c	1.07c	–	1.07b
1	45.92b	16.16/440b	62.08c	1.56a	1.22/440a	2.7ab
2	34.73c	25.38/425a	60.11bc	1.48ab	1.18/425a	2.66a
3	33.65c	27.53/410a	61.18ab	1.38b	1.14/410a	2.52a

* 角碼英文字母代表 DMRT 5%顯著值

在油炒處理中是以油溫控制在100℃、140℃或180℃後，油炒白菜 1 分鐘，並分析葉綠素、NO_3-N 及 NO_2-N 之含量。由表10得知，油炒溫度在100℃及140℃時因植體組織脫水，其葉綠素相對含量均增加，當溫度增至180℃時，則因葉綠素遭受破壞，含量反而降低。

表10、油炒溫度對白菜新鮮葉片葉綠素含量之影響
Table 10. Effect of frying temperature on the chlorophyll content of Pai-Tsai fresh leaf.

油炒溫度 (°C)	葉綠素 (mg/100gm)		
	a	b	總量
C K	29.70c*	10.40c	40.10c
100	32.02b	16.01a	48.03a
140	34.14a	12.58b	46.72b
180	26.43d	9.69c	36613d

*角碼英文字母代表 DMRT 5%顯著值

表 11 油炒溫度對白菜葉片中 NO_3-N、NO_2-N 含量之影響發現，油溫為100℃及140℃油炒時，NO_3-N 含量明顯下降，當油溫昇高至180℃時，其含量與新鮮葉片無顯著異。而 NO_2-N 含量在100℃及140℃時都有明顯增高（達一倍以上），但油溫至180℃時其含量又開始下降與新鮮葉片間無顯著差異。

表 11 、油炒溫度對白菜新鮮葉片 NO_3-N、NO_2-N 含量之影響
Table 11. Effect of frying temperature on the NO_3-N, NO_2-N content of Pai-Tsai fresh leaf.

油炒溫度 (°C)	NO_3-N (mg / 100 mg)	NO_3-N (mg / 100 mg)
C K	60.47a*	1.07b
100	49.70b	2.69a
140	52.89b	2.92a
180	57.03a	1.33b

*表內英文字母代表 DMRT 5%顯著值。

六，結　　語

綜合以上之試驗資料，可知青梗白菜在35℃、高氮肥及低光照之逆境下，會導致葉片中游離氨基酸和游離醣含量之下降，而粗纖維和葉綠素含量激增，因之口感較差，商品價低落，甚至因諸此逆境交感效應抑制了 NRase 之活性而導致 NO_3-N 之大量蓄積於葉片中。矢澤等(6)在芥菜與光照反應之試驗中，發現隨著遮陰度之增加，芥菜葉片中 NO_3-N 之含量亦隨之激增，但根部 NO_3-N之吸收量卻反而下降。中村（5）則發現葉片中NO_3-N 之含量隨氮素施用量之增加而增加，40%遮陰處理亦有促進葉片中 NO_3-N之蓄積作用，但增加施肥則可減少 NO_3-N之蓄積；此結果與 Cantliffe(9)，Hata(12)，Venter（21）及 Maynard 等(17)之結果相似。據此可知，以降低葉片中 NO_3-N 之立場而言，生產盛夏之設施蔬菜，最重要的應該減少網溫室之連棟及設法增加設施內之通風設備，其次為依蔬菜生育之最低光照度來施以適當之遮陰；同時氮肥之減量施用亦為重要課題。

NRase 及 NiRase 為一種不可逆的誘引型酵素(18)，NRase 係存在於細胞質中，而 NiRase 則存在於葉綠體中（7,14）。因之，當外界環境干擾時，即易因酵素活性低下而導致受質 NO_3-N 或 NO_2-N 之蓄積。由微量元素之立場看來，若植物體缺乏鐵及銅時（7,14）會造成抑制酵素活性，而且亦有學者提(11)亞硝酸鹽基和二、三級胺結合之步驟會受維生素 C 之干擾。因之，今後為解決設施蔬菜葉片中 NO_3-N 或 NO_2-N 蓄積之問題，除了由設施通風降溫及日照量等去考慮外，應可由施肥技術或營養配方改善來增進酵素活性。

本文收穫後貯藏方面的資料已顯示，若能以低溫冷藏及塑膠袋包裝時，較易獲致具商品價值之外觀，此點係與蔬菜之脫水性有關，設施水耕蔬菜因採收後根系仍具活性，而土耕者因採收後無根系，故較不易保存。就生產業者而言，採收後之預冷措施，將可因降低田間熱而延長其新鮮外貌。蔬菜預冷措施，不外是冷水浸，碎冰覆蓋，低溫冷藏及低溫減壓冷藏等方式(4)，本試驗之資料顯示，水耕蔬菜若能採收及立即包裝且在24小時內送至消費者手上，則並不需刻意預冷，而消費者方面買回家後放入冰箱冷藏室中，亦可獲致較長之貯藏期。

蔬菜的含水量高達90%以上，烹調過程中之高溫會加速其脫水，且高溫亦減少維生素 C 之含量(11)。本文之資料顯示，經長時間高溫下烹調過之蔬菜葉綠素之含量顯著地增加，而游離醣、蛋白質和澱粉成分則減少，然而在100℃水煮時，NO_3-N 及 NO_2-N 之成分不但未減，且隨烹煮時間之延長而殘留於湯中，而若改採高溫快速之油炒則有降低 NO_3-N 含量之趨勢。因之，就保存蔬菜之營養而言，最適當之烹調法應為減少蔬菜在長期間高溫的料理。

參考文獻

1. 高德錚　1986　設施園藝栽培技術之研究　造園季刊 1 (4)：37—53
2. 高德錚　1987　動態浮根式葉菜水耕栽培系統之評估　第一屆設施園藝研究會專輯74—94
3. 高德錚　1988　精緻農業水耕栽培技術　行政院青年輔導委員出版
4. 大久保　增太郎　1986　野菜の鮮度保　東京株式會社　養賢堂出版
5. 中村式次郎　1983　葉菜類の生育と硝酸態氮素含量　農業おすび園藝　58(4)：587—588
6. 矢澤進　田中寛幸　並木隆和　1986　光の強キと丸葉コマツチの生體內硝酸態室素の蓄積　京都府立大學學術報告　農學38：1—6
7. Beerers L. and R.H. Hageman 1972 The role of light in nitrate metabolism in higher plants. Photophysiology 7: 85—113.
8. Biederman, R., D. Leu, and W. Vogelsanger, 1980 Nitrate in Nahrungsmitteln, eine Standortsbestimmung. Deutsche Lebensmittel Rundschau. 76: 3—20.
9. Cantliffe, D.J. 1972 Nitrate accumulation in spinach grown under different light intensities. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 97: 152—154.
10. Corre, W.J., and T. Breimer 1979 Nitrate and nitrite in vegetable. Cent. Agr. Pu. Doc., Wageningen.
11. Harris, R.S and E. Karmas 1975 Nutritional Evaluation of Food Processing, The AVI Publishing Company INC.

12. Hata, A., and K. Ogata 1976 Studies on nitrate in horticultural products (part 5). J. Japan. Soc. Food Sci. Tech., 23: 132–137.
13. Kawamura, T., K. Sakai, and F. Myazawa 1971 Studies on the nitrosamines in foods. Journal of the food and Hygiene Sееiety of Japan. 12: 192–197.
14. Lehninger, A, L. 1982 Principles of Biochemistry, Worth Publishers, INC.
15. Lin, W.H., and C.H. Kao. 1980 Factors affecting *in vivo* nitrate raductase activity in triticale. Physiol. plant. 48: 361–364.
16. Magee, P.N. and J.M. Barnes. 1956 The production of malignant primary hepate tumors in rat of feeding timcthyl mitrosamine. British Journal of Cancer 10: 114–122.
17. Maynard, D.N., A.V. Baker, P.L.Minotti, and N.H.Peck 1976 Nitrate accumulaiton in vegetables. Adv. Agron. 28: 71–118.
18. Oaks, A. and B. Hirel. 1985 Nitrogen Mefabolism in roots. Ann. Rew. Plant Physiol. 36: 345–365.
19. Tremp, E. 1980 Die Belastung der schwe izerischen Bevölkerung mit Nitraten in der Nahrung. Mitteilungen aufdem Gebiete der Lebensmittelhygit. 71: 182–194.
20. Temperli, A., U. Kunsch, F. Keller, and H. Knijpenga. 1978 Zum Nitratgehalt in Kopfsalat. Schweizerische Landw irtschaftliche Forschung, ½, 75–88.
21. Venter, F. 1983 Der Nirtatgehalt von Endiviensulate (*Cichorium endivia* L.), Gartenbauwiss., 48: 230–238.
22. Vogtmann, H., A.T. Temperli, U. Kunsch, M.Eichenberger and P.Ott. 1984 Accumulation of nitrate in leafy vegetable grown under constrasting agricultural systems. Biological Agriculture and Horticulture. 2: 51–68.
23 Wolff, I.A. and A.E. Wasserman. 1972 Nitrates, Nitrites and nitrosamines. Science 177: 15–19.

討　論

翁仁憲（中興大學植物系）問：

硝酸還原作用需要由光合作用供應能量，所以取樣時間會左右蔬菜之硝酸鹽含量，請問何時取樣？在烹調過程中葉綠素含量為何會增加？

張盛添（台中區農業改良場）答：

本試驗研究係在人工控制環境下進行，各處理之光源為高壓鈉燈，光照期從每日上午6時至下午6時。而且各樣品取樣時間均在上午10時，此時依預備試驗得知硝酸還原酵素活性最高。又熟調過程中葉綠素會增加之原因，乃因熟調後樣品脫水所致。

沈再發（鳳山熱帶園藝試驗分所）問：

建議白菜分析之項目增加，且除白菜外，對萵苣、莧菜、蕹菜等應做些分析。除溫度、光照和氮濃度外，養液之pH值與硝酸態氮和氨態氮之吸收有關，不知有否做不同pH值之比較？

張盛添（台中區農業改良場）答：

台中場執行設施蔬菜品質之分析項目除一般化學組成分及 NO_3-N，NO_2-N， 外，另外維生素 A，C 及礦物質亦包括之。又供試作物種類則包括白菜類、莧菜、蕹菜、番茄及萵苣等。再者，為了減少環境因子之干擾，各處理除每星期更換新鮮養液外，每2天調整 pH 值，使之維持在 pH=6.0±0.5，又，由預備試驗中得知 pH=6.0～6.5時，葉片中之 NRase Nirase 之活性最高。

STUDIES ON THE EFFECTS OF TEMPERATURE, LIGHT INTENSITY, CHEMICAL N, COOKING AND POSTHARVEST PROCESS ON QUALITY OF PAI-TSAI (*BRASSICA CHINENSIS* L)

Shenq-tien Chang, Te-chen Kao, Chun-ling Liang, Shiny-ching Wang, Huey-jane Chang

Assistant, Associate Agronomist, Field Technician, Research Assistant, Assistant

Taichung District Agricultural Improvement Station

ABSTRACT

The objectives of this studies were to investigate the influences of temperature, light intensity and nitrogen fertilizer form on the qualities of Pai-Tsai. Plants were grown in the phytotron using hydroponics, and the chemical composition of the leaf i.e. protein, starch, free sugar, free amino acid, NO_3-N, NO_2-N, fiber, ash and chlorophyll were analysized right

*This project was supported by a grant from C.K.S. fundation.

after harvest. Besides, effects of cooking methods (boiling and frying) and postharvest processes (w/o plastic bag and low temperature) on their qualities were also estimated. The results were summarized as follows.

1. The 62.1% of absorbed NO_3-N were accumulated in the leaf stalk, 25.9% in the leaf blade and 12.0% in the root of Pai-Tsai. The tendency of the NO_3-N accumulation was significantly promoted as additional chemical N was applied to the nutrient solution. However, more than 96.9% of the converted NO_2-N was accumulated in the root, and the amount of accumulation amount was decreased with the increase of chemical N application.
2. With the increase of chemical N, the content of protein, crude fiber and ash in the leaf blade were also enhanced. But decreases in the starch, free sugar and free amino acid concentrations were also observed.
3. Shading treatment resulted in the decrease of the crude fiber, chlorophyll and Vit. C in the leaf blade.
4. The accumulation of NO_3-N and NO_2-N were induced while the light intensity as well as temperature were increased.
5. The NRase and NiRase activity were inhibited both in the high temperature/low light intensity and high chemical N/low light intensity treatments.
6. Postharvest treatments with 10°C storage temperature and with plastic bag were found superior in qualities.
7. The root system of the hydroponic Pai-Tsai stored in 30°C was still alive 24 hours after harvest. Therefore, re-immersing treatment could help to keep Pai-Tsai in good condition.
8. With the prolonged time of boiling, the concentration of protein, starch and free sugar decreased with concurrent increase in the free amino acid, chlorophyll, NO_3-N and NO_2-N in Pai-Tsai. Besides, NO_3-N and NO_2-N content in the soup also significantly increased.
9. Frying increased the content of NO_2-N and chlorophyll, but decreased the NO_3-N in the leaf blade. However, the chlorophyll content was decreased as the frying temperature increases.

Based on the above data it is concluded that high temperature, low light intensity and high chemical N could affect the vegetable quality adversely. It is also suggested to lower the cooking temperature to preserve its nutritional value and to store Pai Tsai at low temperature with plastic bags in order to maintain good quality.

綜合討論

李金龍：

各位女士，各位先生，這節綜合討論有幾位共同的主持人，是農林廳的柳台生科長，中興大學黃敏展教授，鳳山分所的沈再發分所長，臺灣大學的王鼎盛教授、李哖教授，以及農業試驗所的羅幹成主任。在討論以前，特別請侯鳳舞先生引言。侯先生是中興大學園藝研究所畢業，亦曾赴荷蘭及西德進修，目前在行政院農業委員會工作，專長是花卉栽培、種苗繁殖及設施園藝的技術。

引　　言

各位貴賓、各位女士、先生：

第二屆設施園藝研討會兩天來有十八位學者專家提供非常精彩的演講，內容包括：設施環境之控制與管理、設施資材之開發與利用、養液栽培技術及實用設施栽培技術等。最後一節綜合討論，本人先做引言，提供設施園藝產業現況及未來發展方向之背景資料。第一屆設施園藝研討會於七十六年二月十八、十九日在此地舉行，當時與會人員約有230人，研討會後並作了八項結論，首先讓我們來回顧第一屆設施園藝研討會之八項重點結論及其執行情形：

(一)設施種類之開發以經濟實用為原則，以發展適用之各類型設施。

國內目前栽培利用之設施形態及種類繁多，有簡易防風牆設施、簡易隧道式、高架溫網室等各類型溫室。而經濟實用之設施應為國內目前所急需。有關各類不同地域性之設施模式、栽培作型及生產體系之經濟及實用性評估，目前桃園、台中、台南農改場三場正在進行中。

(二)須以科技整合方式，綜合各學門之專業知識如土壤、營養、園藝、農工、農機、病蟲害防治等以有效推動此項工作。

設施園藝為一綜合性之新興科技，除園藝方面之專業知識外，仍需要結構工程、機械、及自動化資訊等有關知識之配合。希望將來亦能繼續結合各有關學門之專業知識來推動此項工作。

(三)發展初期應吸收國外先進技術，必要時可引進整套設備操作示範，以帶動產業。

有關國外先進技術之吸收引進為當前之重點工作，目前亦在積極進行。昨天農試所林瑞松博士所介紹之穴盤（plug）育苗系統，便是國外商業育苗近年所研究開發成功之育苗體系。這套設備利用經濟、勞力節省、速度快，每小時可播種64800株，而本項自動化育苗技術及設備，台南農改場及種苗改良繁殖場均即將引進。

(四)加強技術轉移，分區舉辦研討會或講習會，並將有關資料編印成專刊，供從業人士參考。

近兩年來辦理兩次設施園藝研討會，第一屆設施園藝研討會結束後，有關專題演講及綜合討論資料已編印成專刊，分送農民，業者及有關單位參考。此外，七十七年三月及七十八年一月亦於農試所鳳山熱帶園藝試驗分所辦理養液栽培講習會，提供有關養液栽培技術及資訊。第一次養液栽培講習會專刊亦已編印完成，亦分送有關單位及農民參考。另外關於花卉之設施栽培亦曾於七十七年五月於清境農場辦理花卉栽培介紹及生產體系研討會，專刊亦即將編印完成。

(五)編撰溫室及各類設施建造之技術手冊，做為從事設施栽培之作業依據。